

# The Star Formation Newsletter No.340 36-44

原田直人 (九州大学)

No.	Title
36	Star-disk interaction in the T Tauri star V2129 Oph: An evolving accretion-ejection structure
37	Undetected Binary Stars Cause an Observed Mass Dependent Age Gradient in Upper Scorpius
38	The C18O core mass function toward Orion A: Single-dish observations
39	The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?
40	Monoceros OB4: a new association in Gaia DR2
41	SOFIA FEEDBACK survey: exploring the dynamics of the stellar wind driven shell of RCW 49
42	The Southern HII Region Discovery Survey. II. The Full Catalog
43	The TMRT K Band Observations towards 26 Infrared Dark Clouds: NH <sub>3</sub> , CCS, and HC <sub>3</sub> N
44	Planck Cold Clumps in the lambda Orionis Complex. III. A chemical probe of stellar feedback on cores in the lambda Orionis cloud

## 36. Star-disk interaction in the T Tauri star V2129 Oph: An evolving accretion-ejection structure

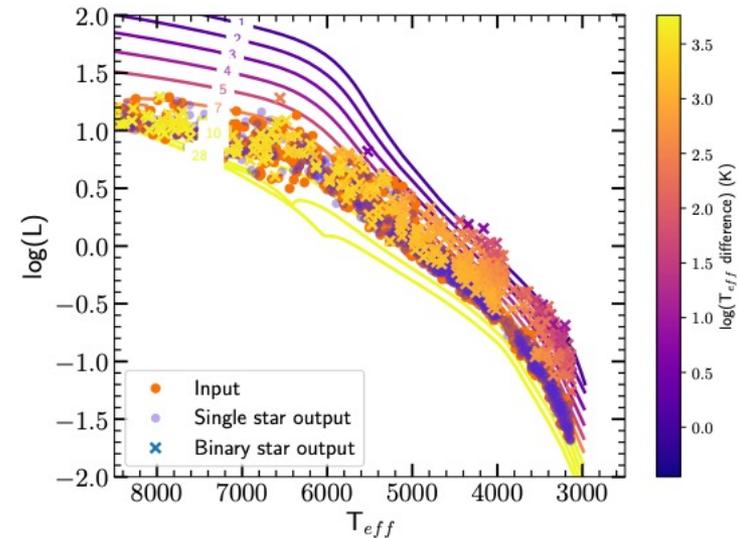
A. P. Sousa, J. Bouvier, S. H. P. Alencar, J. -F. Donati, E. Alecian, J. Roquette, K. Perraut, C. Dougados, A. Carmona, S. Covino, D. Fugazza, E. Molinari, C. Moutou, A. Santerne, K. Grankin, É. Artigau, X. Delfosse, G. Hebrard, the SPIRou consortium ★ Classical T Tauri stars are young low-mass systems still accreting material from their disks. These systems are dynamic on timescales of hours to years. The observed variability can help us infer the physical processes that occur in the circumstellar environment. We aim at understanding the dynamics of the magnetic interaction between the star and the inner accretion disk in young stellar objects. We present the case of the young stellar system V2129 Oph, which is a well-known T Tauri star. We performed a time series analysis of this star using high-resolution spectroscopic data at optical and infrared wavelengths from CFHT/ESPaDOnS, ESO/HARPS and CFHT/SPIRou. The new data sets allowed us to characterize the accretion-ejection structure in this system and to investigate its evolution over a timescale of a decade via comparisons to previous observational data. We measure radial velocity variations and recover a stellar rotation period of 6.53d. However, we do not recover the stellar rotation period in the variability of various circumstellar lines, such as  $H\alpha$  and  $H\beta$  in the optical or HeI 1083nm and Pa $\beta$  in the infrared. Instead, we show that the optical and infrared line profile variations are consistent with a magnetospheric accretion scenario that shows variability with a period of about 6.0d, shorter than the stellar rotation period. Additionally, we find a period of 8.5d in  $H\alpha$  and  $H\beta$  lines, probably due to a structure located beyond the corotation radius, at a distance of 0.09au. We investigate whether this could be accounted for by a wind component, twisted or multiple accretion funnel flows, or an external disturbance in the inner disk. We conclude that the dynamics of the accretion-ejection process can vary significantly on a timescale of just a few years, presumably reflecting the evolving magnetic field topology at the stellar surface.

古典的なTタウリ星は、まだ若い低質量系で、円盤から物質が降着しています。これらの星系は、数時間から数年のタイムスケールでダイナミックに動いています。観測された変動は、星の周辺環境で起こる物理的なプロセスを推測するのに役立ちます。本研究では、若い星状天体における星と内部の降着円盤との間の磁氣的相互作用のダイナミクスを理解することを目的とする。本研究では、よく知られたT Tauri星であるV2129 Ophという若い恒星系のケースを紹介します。本研究では、CFHT/ESPaDOnS、ESO/HARPS、CFHT/SPIRouによる光学・赤外の高分解能分光データを用いて、この星の時系列解析を行いました。この新しいデータセットにより、この星系における降着-放出構造の特徴を明らかにし、過去の観測データと比較することで、10年という時間スケールでの進化を調べることができました。視線方向の速度変化を測定した結果、恒星の自転周期は6.53dであることがわかりました。しかし、光学的な $H\alpha$ や $H\beta$ 、赤外線のHeI 1083nmやPa $\beta$ などの様々な星周線の変動からは、恒星の自転周期は得られませんでした。その代わりに、光学的および赤外線でのラインプロファイルの変動は、磁気圏降着シナリオと一致しており、恒星の自転周期よりも短い約6.0dの周期で変動していることを示しています。さらに、 $H\alpha$ 線と $H\beta$ 線に8.5dの周期が見られますが、これはおそらく、コローテーション半径を超えた0.09auの距離にある構造に起因するものです。この原因として、風の成分、降着漏斗の流れのねじれ、あるいは複数の降着漏斗の流れ、あるいは内殻の外乱などが考えられるかどうかを調べました。その結果、降着-放出過程のダイナミクスは、わずか数年のタイムスケールで大きく変化する可能性があり、それは星の表面で進化する磁場のトポロジーを反映していると考えられると結論づけた。

翻訳機に通しただけです、すみません

## 37. Undetected Binary Stars Cause an Observed Mass Dependent Age Gradient in Upper Scorpius

Kendall Sullivan, Adam Kraus ★ Young stellar associations represent a key site for the study of star formation, but to accurately compare observations to models of stellar evolution, the age of an association must be determined. The Upper Scorpius region is the youngest section of the Scorpius-Centaurus OB association, which is the largest collection of nearby, young, low-mass stars. The true age of Upper Scorpius is not clear, and an observed mass-dependent age gradient in Upper Scorpius, as well as in other star-forming regions, complicates age measurement. We investigate the effects of unresolved binary stars (which have mass-dependent population). We find that the observed mass-dependent age gradient in Upper Scorpius is caused by undetected binary stars. For a simulated population with an age of 10 Myr for F stars, and 7.5 (RMS = 5.8) Myr for M stars. This distribution is caused by the variable steepness of the mass-luminosity relation. Our results support the true age for Upper Scorpius, with a small intrinsic age spread.



前々回の徳田さんの担当範囲にも同じ論文あり

若い星の集団は、星の形成を研究する上で重要な場所ですが、観測結果と星の進化のモデルを正確に比較するためには、集団の年齢を決定する必要があります。さそり座上層部は、さそり座・ケンタウルス座OB星団の中で最も若い部分であり、近傍の若い低質量星の最大の集合体である。さそり座上部の真の年齢は明らかではなく、他の星形成領域と同様に、さそり座上部で観測される質量依存の年齢勾配が年齢測定を複雑にしている。この年齢勾配は、真の天体物理学的特徴を示しているのかもしれませんが、恒星の年齢測定において認識されていない系統的效果によるアーチファクトなのかもしれません。私たちは、さそり座上部の星形成領域に類似した模擬的な赤外低解像度分光調査を行い、未解決の連星（質量に依存した人口動態を持つ）が恒星集団の年齢測定に及ぼす影響を調べました。その結果、さそり座上部で観測された質量依存の年齢勾配は、未検出の連星の集団によって説明できることがわかりました。10 (RMS = 2) 年の年齢を持つ人口をシミュレートしたところ、F星の年齢は10.5 (RMS = 3.5) 年、M星の年齢は7.5 (RMS = 5.8) 年となりました。この矛盾は、質量に依存した質量比の分布と、質量-光輝関係の急峻さが変化することに起因する。今回の結果は、さそり座上層部の年齢が10Myrであることを支持するものであり、固有の年齢の広がりはいずれも小さい。

翻訳機に通しただけです、すみません

## 38. The C<sup>18</sup>O core mass function toward Orion A: Single-dish observations

Hideaki Takemura, Fumitaka Nakamura, Shun Ishii, Yoshito Shimajiri, Patricio Sanhueza, Takashi Tsukagoshi, Ryohei Kawabe, Tomoya Hirota, Akimasa Kataoka ★ We have performed an unbiased dense core survey toward the Orion A Giant Molecular Cloud in the C<sup>18</sup>O ( $J=1-0$ ) emission line taken with the Nobeyama Radio Observatory (NRO) 45-m telescope. The effective angular resolution of the map is 26", which corresponds to  $\sim 0.05$  pc at a distance of 414 pc. By using the Herschel-Planck H<sub>2</sub> column density map, we calculate the C<sup>18</sup>O fractional abundance and find that it is roughly constant over the column density range of  $\lesssim 5 \times 10^{22}$  cm<sup>-3</sup>, although a trend of C<sup>18</sup>O depletion is determined toward higher column density. Therefore, C<sup>18</sup>O intensity can follow the cloud structure reasonably well. The mean C<sup>18</sup>O abundance in Orion A is estimated to be  $5.7 \times 10^{-7}$ , which is about 3 times larger than the fiducial value. We identified 746 C<sup>18</sup>O cores with astrodendro and classified 709 cores as starless cores. We compute the core masses by decomposing the Herschel-Planck dust column density using the relative proportions of the C<sup>18</sup>O integrated intensities of line-of-sight components. Applying this procedure, we attempt to remove the contribution of the background emission, i.e., the ambient gas outside the cores. Then, we derived mass function for starless cores and found that it resembles the stellar initial mass function (IMF). The CMF for starless cores,  $dN/dM$ , is fitted with a power-law relation of  $M^\alpha$  with a power index of  $\alpha = -2.25 \pm 0.16$  at the high-mass slope ( $\gtrsim 0.44 M_\odot$ ). We also found that the ratio of each core mass to the total mass integrated along the line of sight is significantly large. Therefore, in the previous studies, the core masses derived from the dust image are likely to be overestimated at least by a factor of a few. Accordingly, such previous studies may underestimate the star formation efficiency of individual cores.

野辺山宇宙電波観測所(NRO)の45m望遠鏡で撮影されたオリオン座A巨大分子雲のC18O(J=1-0)輝線において、偏りのない密なコアサーベイを行った。この地図の有効角度分解能は26インチで、414kmの距離では0.05kmに相当します。Herschel-PlanckのH2カラム密度マップを用いてC18O分率を計算すると、C18O分率はカラム密度 $<5 \times 10^{22}$  cm<sup>-3</sup>の範囲でほぼ一定ですが、カラム密度が高くなるにつれてC18Oが減少する傾向があることがわかりました。したがって、C18Oの強度は雲の構造によく従うことができます。オリオン座Aの平均C18O組成は $5.7 \times 10^{-7}$ と推定され、フィデューシヤル値よりも約3倍大きいことがわかりました。746個のC18Oコアをアストロデンドロで同定し、709個のコアを星のないコアに分類しました。視線成分のC18O積分強度の相対的な割合を用いてHerschel-Planckダストカラム密度を分解し、コア質量を算出した。この方法を用いることで、背景放射、すなわちコアの外側の環境ガスの寄与を取り除くことができます。そして、星のないコアの質量関数を導き出し、それが恒星の初期質量関数(IMF)に似ていることを発見しました。星のないコアのCMF ( $dN=dM$ ) は、高質量のスロープ ( $>0.44M$ ) において、 $=-2.25 \pm 0.16$ のべき乗関係でフィットしています。また、視線方向に沿って積分した総質量に対する各コア質量の比率が著しく大きいこともわかった。したがって、これまでの研究では、ダストイメージから得られたコア質量は、少なくとも数分の1に過大評価されている可能性が高い。したがって、これまでの研究では、個々のコアの星形成効率を過小評価していた可能性があります。

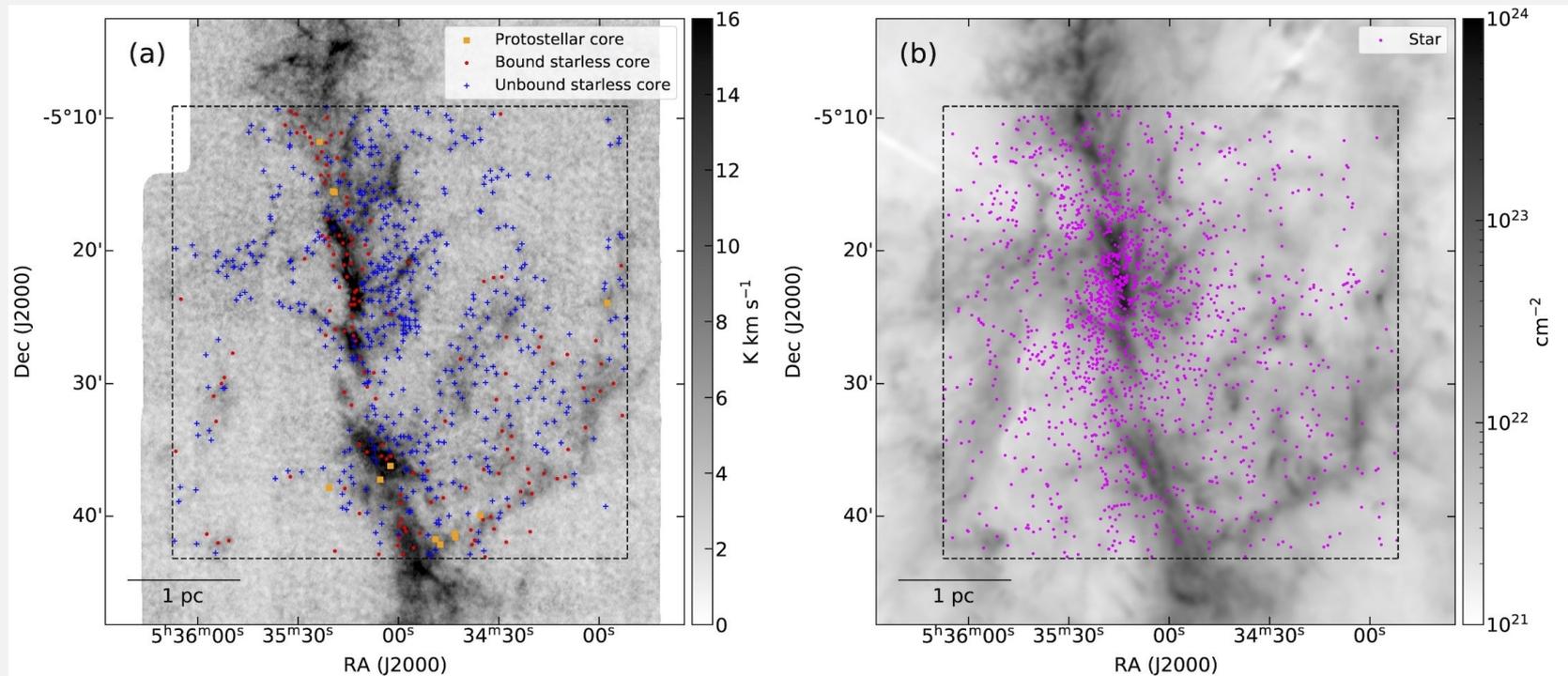
### 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?

Hideaki Takemura, Fumitaka Nakamura, Shuo Kong, Héctor G. Arce, John M. Carpenter, Volker Ossenkopf-Okada, Ralf Klessen, Patricio Sanhueza, Yoshito Shimajiri, Takashi Tsukagoshi, Ryohei Kawabe, Shun Ishii, Kazuhito Dobashi, Tomomi Shimoikura, Paul F. Goldsmith, Álvaro Sánchez-Monge, Jens Kauffmann, Thushara Pillai, Paolo Padoan, Adam Ginsberg, Rowan J. Smith, John Bally, Steve Mairs, Jaime E. Pineda, Dariusz C. Lis, Blakesley Burkhart, Peter Schilke, Hope How-Huan Chen, Andrea Isella, Rachel K. Friesen, Alyssa A. Goodman, Doyal A. Harper ★ Applying dendrogram analysis to the CARMA-NRO C<sup>18</sup>O (*J*=1–0) data having an angular resolution of  $\sim 8''$ , we identified 692 dense cores in the Orion Nebula Cluster (ONC) region. Using this core sample, we compare the core and initial stellar mass functions in the same area to quantify the step from cores to stars. About 22 % of the identified cores are gravitationally bound. The derived core mass function (CMF) for starless cores has a slope similar to Salpeter's stellar initial mass function (IMF) for the mass range above  $1 M_{\odot}$ , consistent with previous studies. Our CMF has a peak at a subsolar mass of  $\sim 0.1 M_{\odot}$ , which is comparable to the peak mass of the IMF derived in the same area. We also find that the current star formation rate is consistent with the picture in which stars are born only from self-gravitating starless cores. However, the cores must gain additional gas from the surroundings to reproduce the current IMF (e.g., its slope and peak mass), because the core mass cannot be accreted onto the star with a 100% efficiency. Thus, the mass accretion from the surroundings may play a crucial role in determining the final stellar masses of stars.

- ✓ CARMAとNROによるONC領域のC18Oマップ (8"の分解能)
- ✓ デンドログラムでコアを692個同定
- ✓ 22%の星なしコアが重力的にbound
- ✓ 同じ領域で初期質量関数(IMF)とコア質量関数(CMF)を比較
- ✓ 大質量側のベキはほぼ同じ
- ✓ turnover massもほぼ同じ
- コアが周囲からガス降着を受ける必要がある

# 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?

ONC 領域の (a) : C18O積分強度図, (b) : the Herschel-Plank H2 柱密度



黄色 : protostellar core (12個)  
赤 : bound starless core (529個)  
青 : unbound starless core (151個)

マゼンタ : Class 0/I protostar

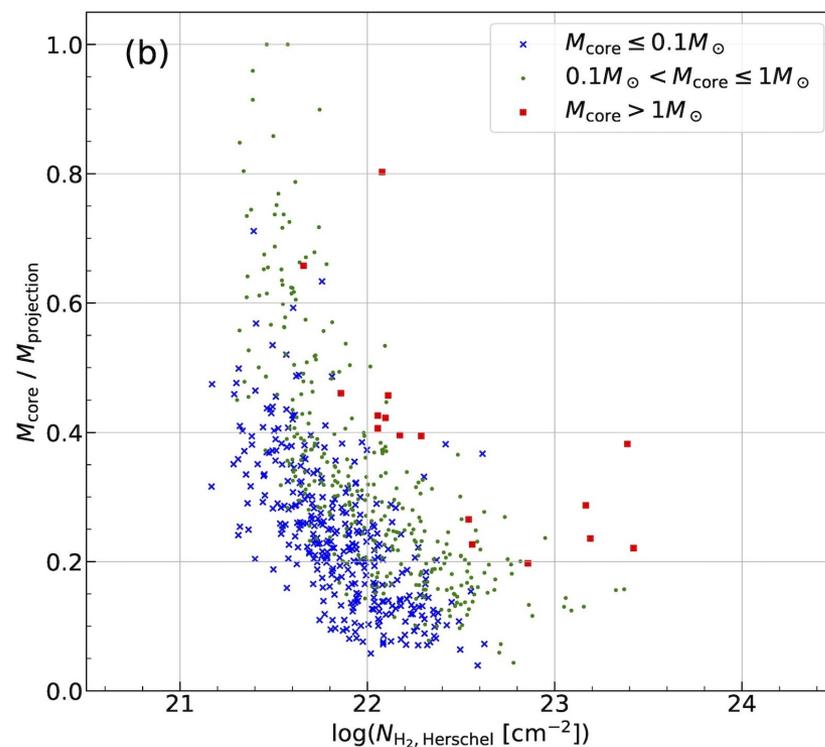
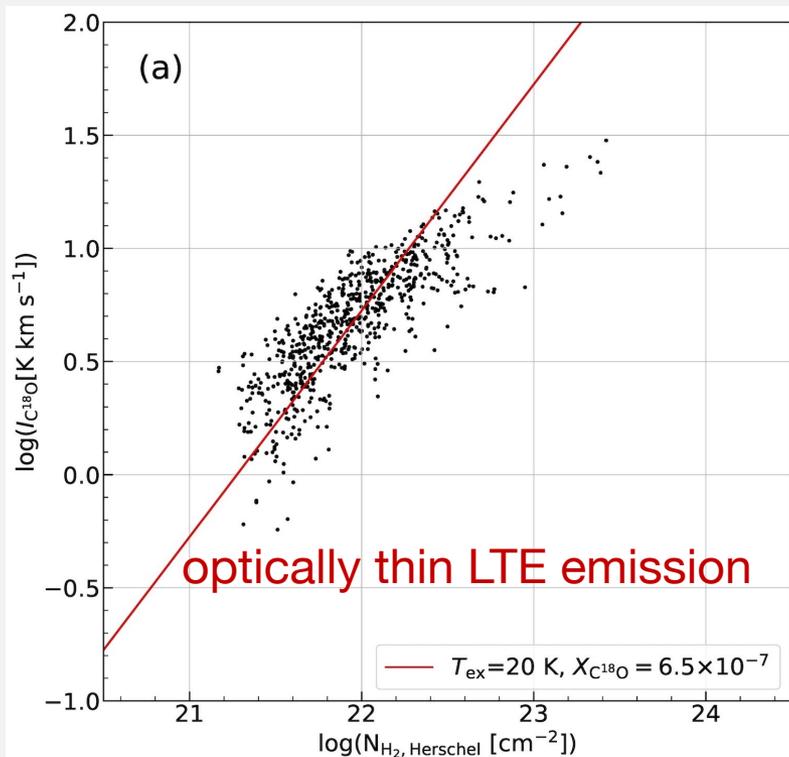
コアの同定 : astrodendroでleafに同定された構造をコアとする

✓ 3つのパラメータ : min delta, min value, min npix

✓ 2つの条件 : (1) leafのピーク強度が $4\sigma$ 以上 (2) 3channel以上かつ20pixel以上

→ 692個のコアを同定

# 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?



コアの位置でのC18Oの積分強度  
vs. H2柱密度(by Hershel)

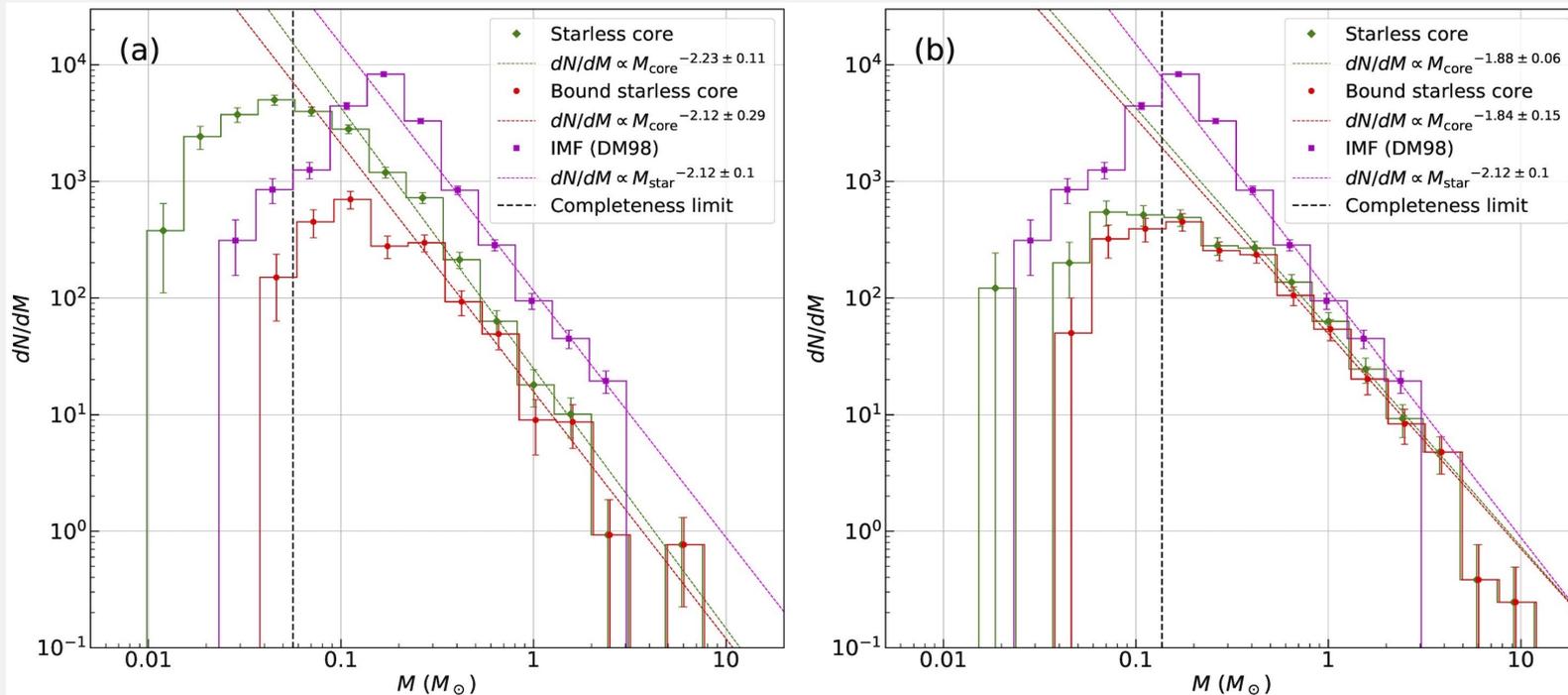
- ✓  $C^{18}O / H_2 = 6.5 \times 10^{-7}$
- ✓  $< 10^{23} \text{ cm}^{-2}$ までほぼ比例
- C18OはH2の良いトレーサー

$M_{\text{core}}/M_{\text{projection}}$   
vs. H2柱密度(by Hershel)

- ✓  $M_{\text{projection}} = 3 \times 10^{-3} \times \sum N_{H_2} / 10^{22} \text{ cm}^{-2}$
- ✓  $M_{\text{core}} = M_{\text{projection}} \times I_{\text{leaf}} / I_{\text{trunk}}$
- 質量比の平均:  $\sim 0.29$

# 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?

## CMFs in the ONC region

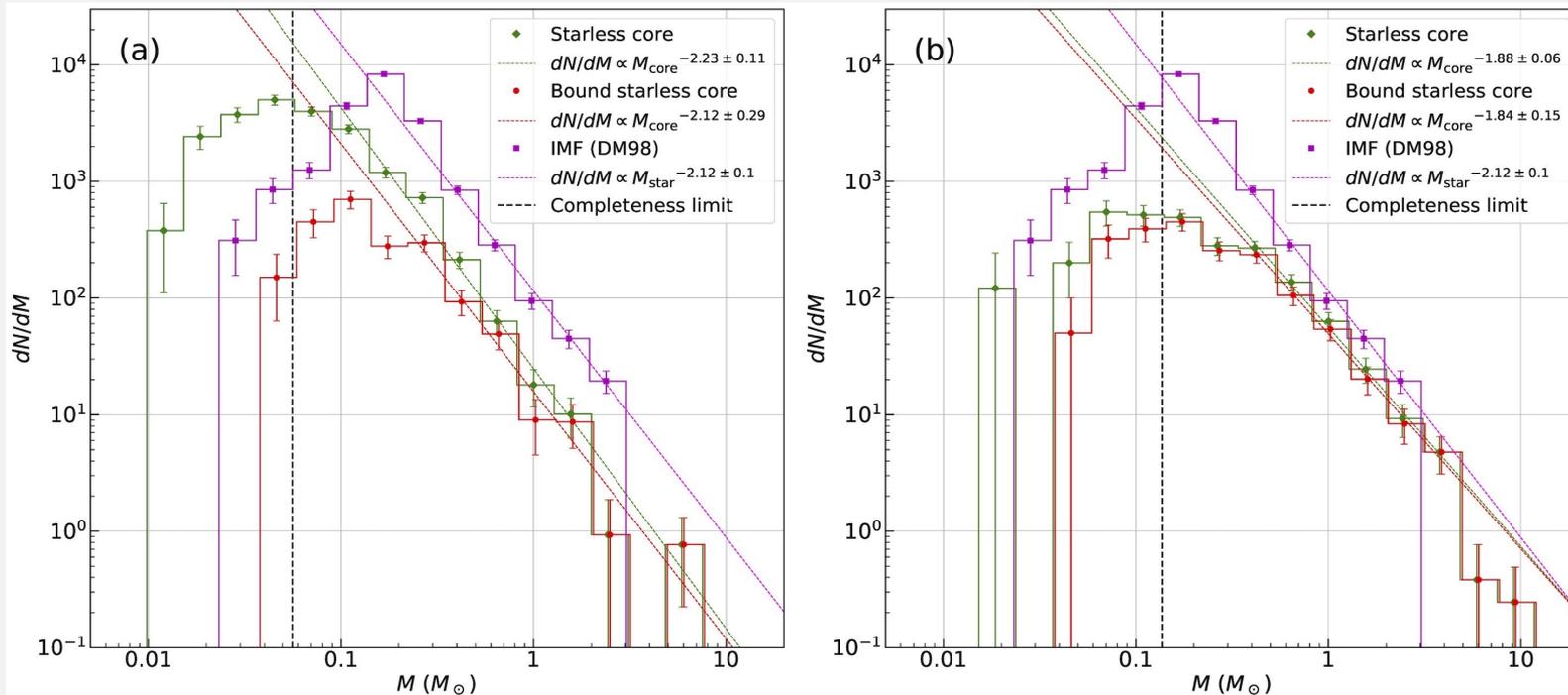


緑 : Starless core    赤 : Bound starless core    紫 : IMF

- ✓ CMFの大質量側のベキ :  $\sim -2$
- ✓ turnover mass
  - 全てのコアのCMF :  $\sim 0.05 M_{\text{sun}}$  ( $<$  completeness limit)
  - boundコアのCMF :  $\sim 0.11 M_{\text{sun}}$
- ← IMFと同程度

# 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?

## CMFs in the ONC region



緑 : Starless core    赤 : Bound starless core    紫 : IMF

- ✓ astrodendroのパラメータは結果にあまり影響しない
- 左 : min delta = 1.4K ( $\sim 2\sigma$ ), min value = 1.4K ( $\sim 2\sigma$ ), min npix = 60  
→ turnover mass = 0.11Msun
- 右 : min delta =  $3\sigma$ , min value =  $3\sigma$ , min npix = 120  
→ turnover mass = 0.17Msun
- 1 ビン程度のずれに収まる

## 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?

### 先行研究との比較

✓ Ikeda & Kitamura (2009) : turnover mass =  $\sim 0.5 M_{\text{sun}}$  (20倍大きい!)

✓ 原因1 : コアの同定方法

clumpfind  $\leftarrow$  dendrogramより大きな構造をコアとしがち

✓ 原因2 : 分解能

26"  $\leftarrow$  今回は8"

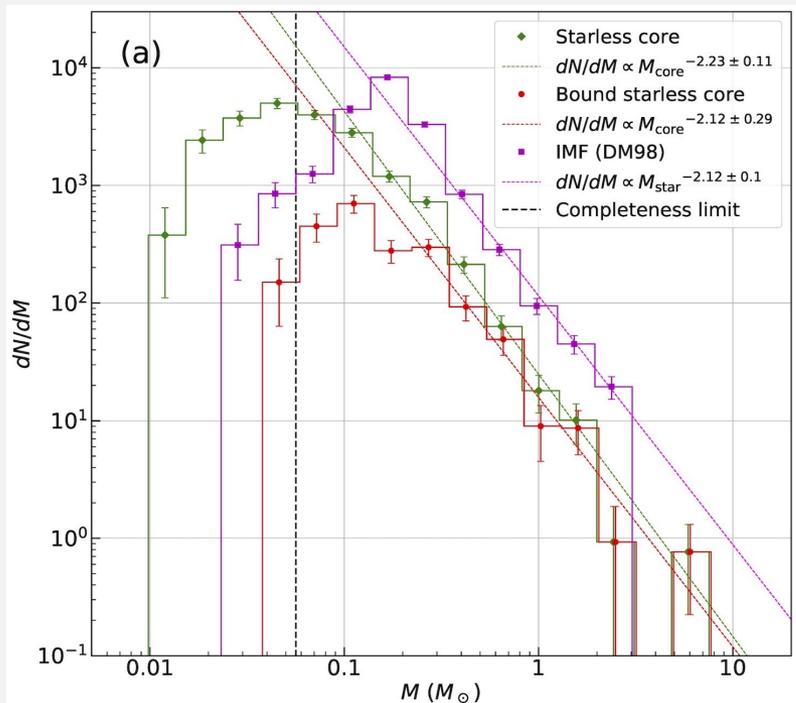
分解能の違いだけに依存すると仮定すると、

今回の解像度では  $(8/26)^2$ 倍だけ小さくなるはず( $\sim 0.05 M_{\text{sun}}$ )

$\rightarrow$  今回得られた  $0.1 M_{\text{sun}}$  という値は真の値とみなせる

# 39. The Core Mass Function in the Orion Nebula Cluster Region: What Determines the Final Stellar Masses?

## CMFs in the ONC region



緑 : Starless core  
 赤 : Bound starless core  
 紫 : IMF

### 星形成効率

- ✓ 全コアで等しく ~100% なら IMF が再現可能
- ✓ 実際には 30% くらい?
- コアへのガス降着が必要!

### 星形成率

- ✓ bound core が自由落下時間の 3 倍ほどで星を生むとすると、 $10^{-4} \text{ Msun/yr}$
- 若い星の年齢から見積もった値と整合的
- bound core が星の直接の起源
- \* unbound core を考慮しても効率は 2 倍程しか変わらない

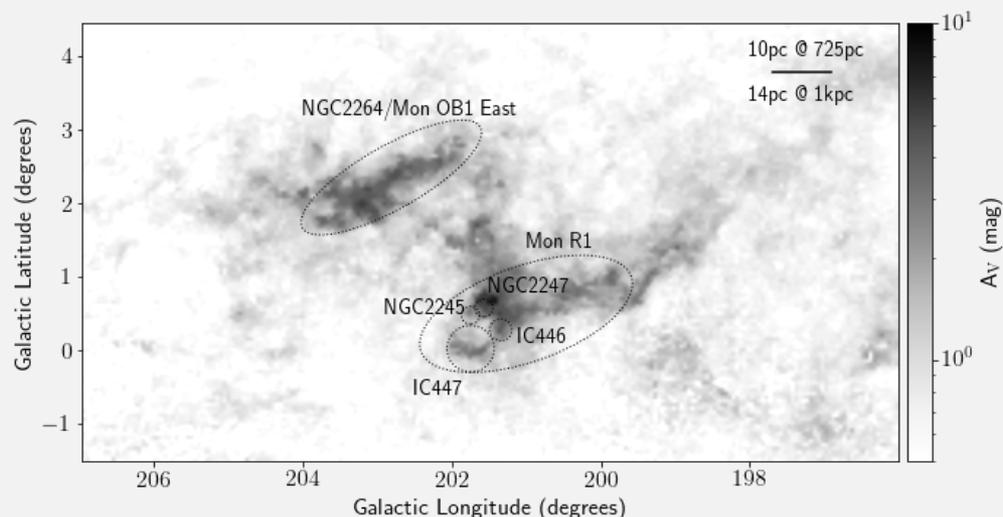
### コア質量

- ✓ starless core :  $0.19 \text{ Msun}$
- ✓ protostellar core :  $0.67 \text{ Msun}$
- \* 原始星は含まない
- コアがガス降着により質量を獲得しているというアイデアと整合的!

## 40. Monoceros OB4: a new association in Gaia DR2

P. S. Teixeira, J. Alves, A. Sicilia-Aguilar, A. Hacar, A. Scholz ★ We use Gaia DR2 data to survey the classic Monoceros OB1 region and look for the existence of a dispersed young population, co-moving with the cloud complex. An analysis of the distribution of proper motions reveals a 20-30 Myr association of young stars, about 300-400 pc away from the far side of the Mon OB1 complex, along the same general line-of-sight. We characterize the new association, Monoceros OB4, and estimate it contains between 1400 and 2500 stars, assuming a standard IMF, putting it on par in size with NGC 2264. We find from the internal proper motions that Mon OB4 is unbound and expanding. Our results seem to unveil a larger and more complex Monoceros star formation region, suggesting an elongated arrangement that seems to be at least  $300 \times 60$  pc.

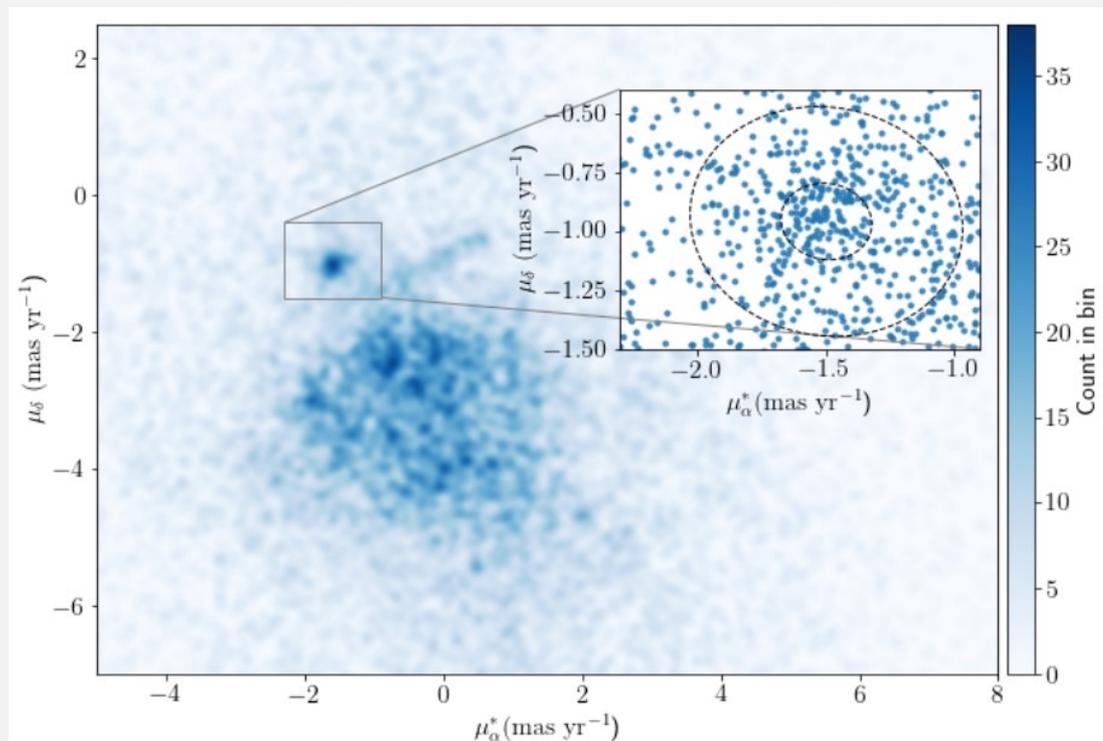
- ✓ Gaia DR2 dataを用いてMonoceros OB1領域について調べた
- ✓ 新たなassociation 「Monoceros OB4」を発見した
- ✓ 分散した若い(20-30Myr)集団
- ✓ Mon OB1と同じ視線方向で300-400pc奥側に位置
- ✓ 標準IMFを仮定すると1400-2500個の星で構成されている
- ✓ 内部の固有運動からMon OB4はunbound & expanding
- ✓ より大きく複雑なMonoceros領域の構造を明らかにした  
少なくとも $300 \times 60$  pcの細長い構造



## 40. Monoceros OB4: a new association in Gaia DR2

P. S. Teixeira, J. Alves, A. Sicilia-Aguilar, A. Hacar, A. Scholz ★ We use Gaia DR2 data to survey the classic

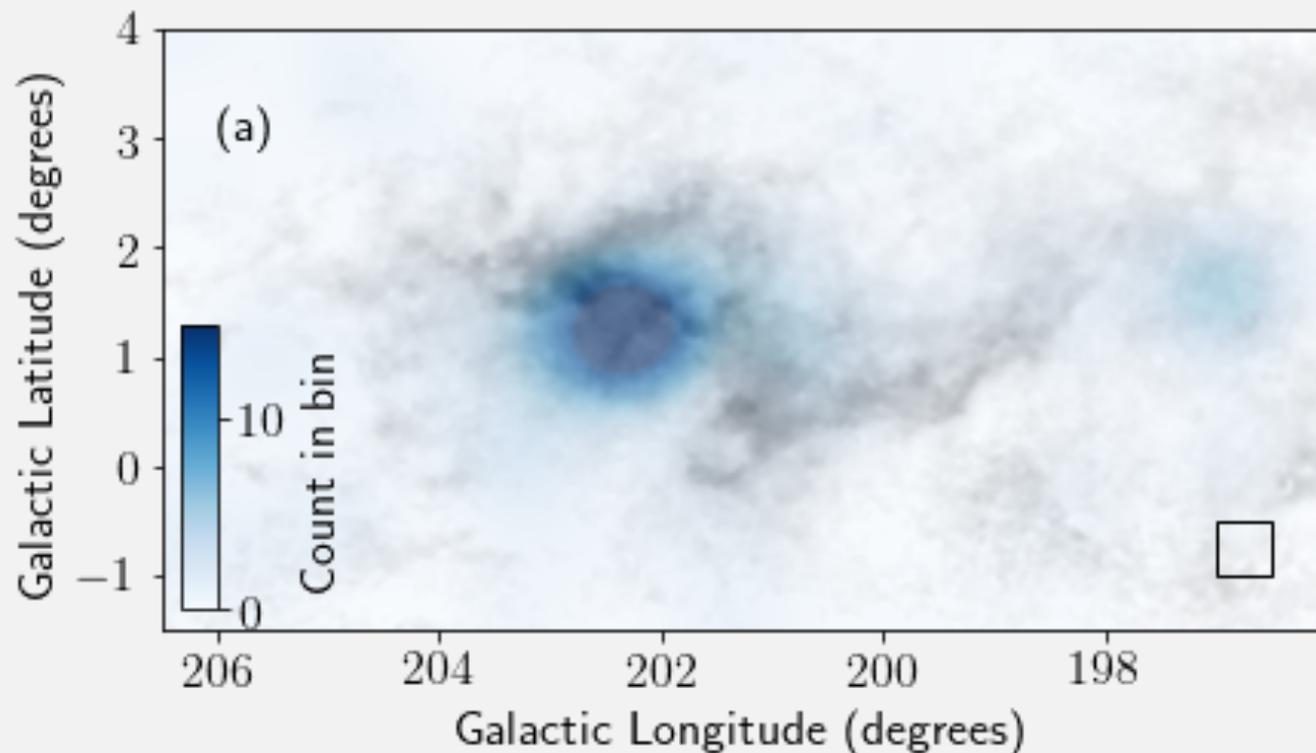
### Proper motion density map



- ✓ 表 1 に示した基準を満たすものを新たなco-moving groupとして定義
- ✓ 242個の候補天体が見つかった
- ✓ 平均距離：1182 ±122 pc

## 40. Monoceros OB4: a new association in Gaia DR2

P. S. Teixeira, J. Alves, A. Sicilia-Aguilar, A. Hacar, A. Scholz ★ We use Gaia DR2 data to survey the classic



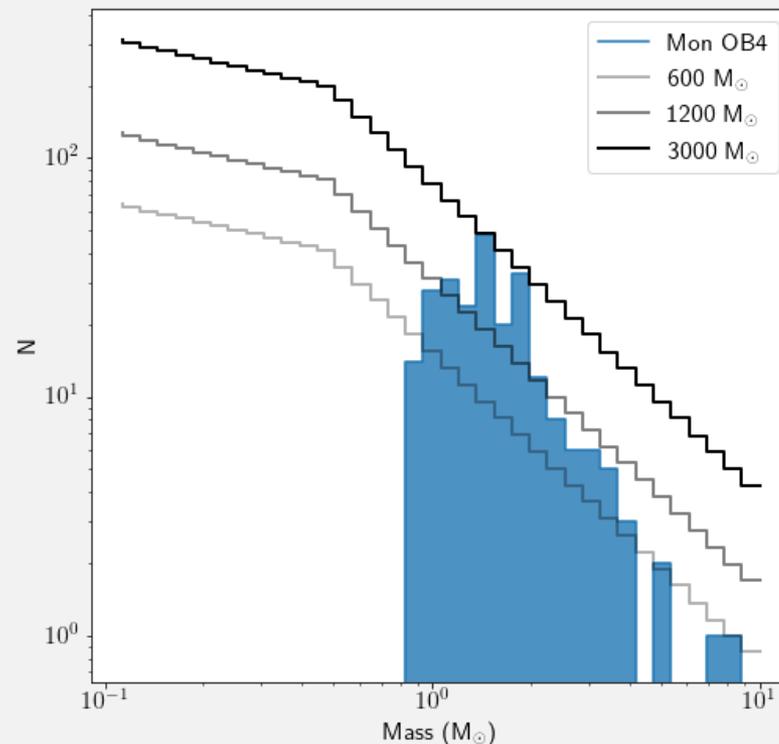
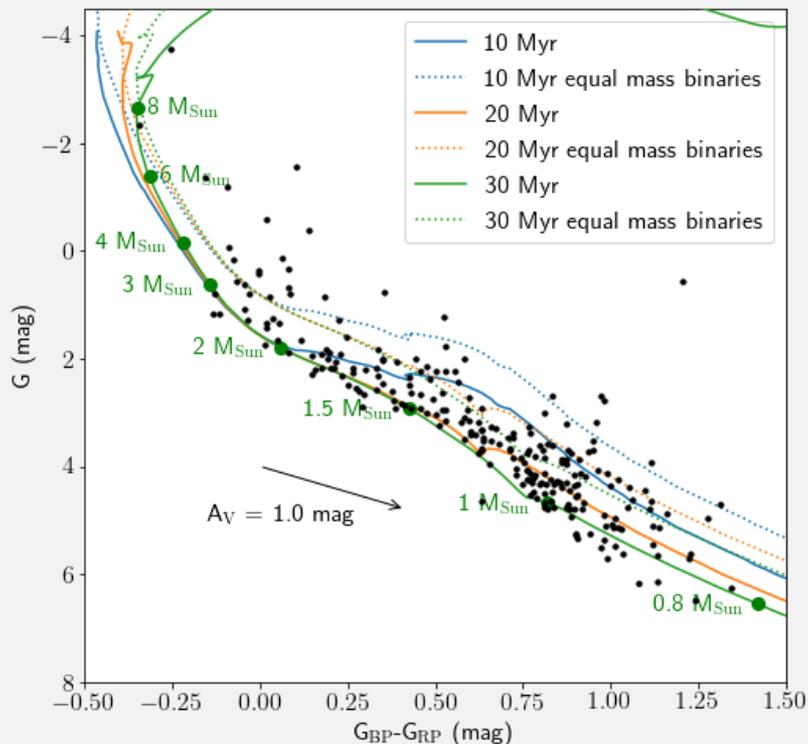
灰：Mon OB1 complexのdust extinction map

青：今回定義した新たなグループ「Mon OB4」

- ✓ Mon OB4は分子雲の背後にいる
- Gaiaで検出できないメンバーもいる
- 実際の中心はもっと西側になるかも

# 40. Monoceros OB4: a new association in Gaia DR2

P. S. Teixeira, J. Alves, A. Sicilia-Aguilar, A. Hacar, A. Scholz ★ We use Gaia DR2 data to survey the classic



## Color-magnitude diagram

- 青：10Myr
- 橙：20Myr
- 緑：30Myr

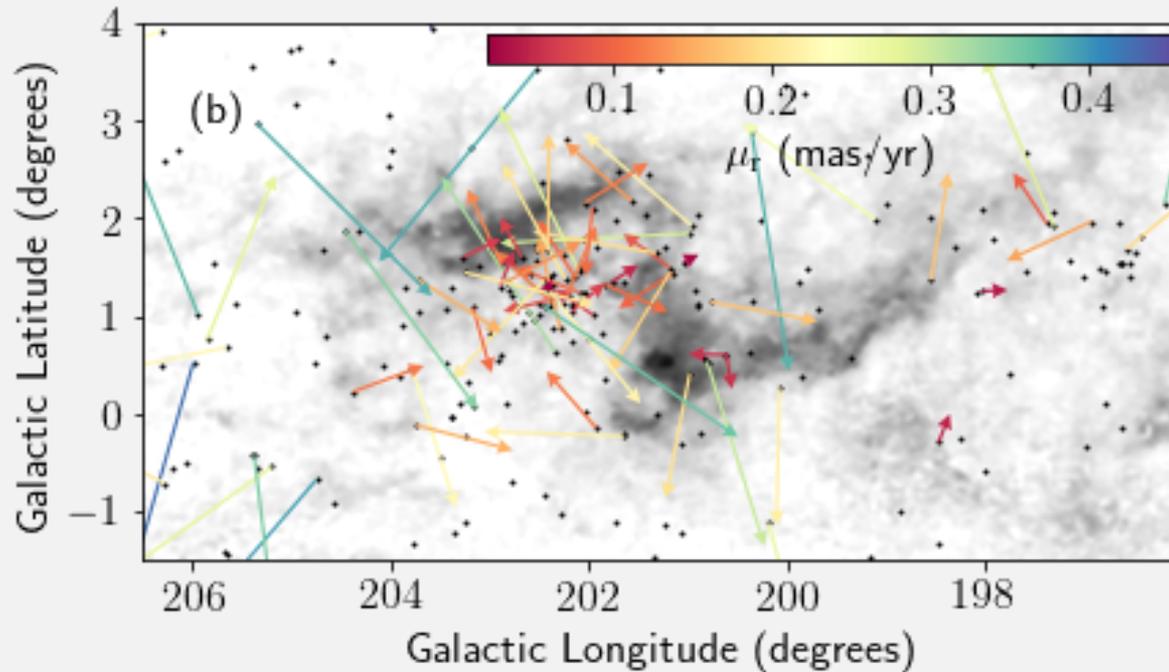
- ✓ 平均的な減光： $A_V = 1.0 \pm 0.5 \text{ mag}$
- ✓ Mon OB4の年齢：20-30Myr

青：Mon OB4の質量関数  
 折線：Kroupa (2001)のIMFを使って星の総質量を変えた場合の分布

- ✓ 総質量：600-1200 Msun
- 1400-2500個の星に相当
- NGC2264と同程度！

## 40. Monoceros OB4: a new association in Gaia DR2

P. S. Teixeira, J. Alves, A. Sicilia-Aguilar, A. Hacar, A. Scholz ★ We use Gaia DR2 data to survey the classic



Mon OB4内の相対的な固有運動（個々の天体 – 平均の固有運動）

✓ 内側ほど固有運動が小さく、外側では大きい

→ Expanding clusterの典型的な特徴

✓ Clusterのビリアル質量： $M = 466 \langle R \rangle \langle v^2 \rangle = 2634 \text{ Msun}$

→ 見積もったMon OB4の総質量より大きい

→ 膨張が見られるのと整合的！

#### 41. SOFIA FEEDBACK survey: exploring the dynamics of the stellar wind driven shell of RCW 49

M. Tiwari, R. Karim, M. W. Pound, M. Wolfire, A. Jacob, C. Buchbender, R. Güsten, C. Guevara, R. D. Higgins, S. Kabanovic, C. Pabst, O. Ricken, N. Schneider, R. Simon, J. Stutzki, A. G. G. M. Tielens ★ We unveil the stellar wind driven shell of the luminous massive star-forming region of RCW 49 using SOFIA FEEDBACK observations of the [CII] 158  $\mu\text{m}$  line. The complementary dataset of the  $^{12}\text{CO}$  and  $^{13}\text{CO}$  J = 3 - 2 transitions is observed by the APEX telescope and probes the dense gas toward RCW 49. Using the spatial and spectral resolution provided by the SOFIA and APEX telescopes, we disentangle the shell from a complex set of individual components of gas centered around RCW 49. We find that the shell of radius 6 pc is expanding at a velocity of  $13 \text{ km s}^{-1}$  toward the observer. Comparing our observed data with the ancillary data at X-Ray, infrared, sub-millimeter and radio wavelengths, we investigate the morphology of the region. The shell has a well defined eastern arc, while the western side is blown open and is venting plasma further into the west. Though the stellar cluster, which is  $\sim 2$  Myr old gave rise to the shell, it only gained momentum relatively recently as we calculate the shell's expansion lifetime  $\sim 0.27$  Myr, making the Wolf-Rayet star WR20a a likely candidate responsible for the shell's re-acceleration.

SOFIA FEEDBACKによる[CII] 158  $\mu\text{m}$ 線の観測から、RCW 49の大質量星形成領域の恒星風によるシェルを明らかにしました。また、APEX望遠鏡で観測された $^{12}\text{CO}$ と $^{13}\text{CO}$ のJ = 3 2遷移の補完的なデータセットを用いて、RCW49に向かっている高密度のガスを探りました。SOFIAとAPEX望遠鏡の空間分解能とスペクトル分解能を用いて、RCW49を中心とした複雑なガス成分からシェルを分離した。その結果、半径6PCのシェルは、観測者に向かって $13 \text{ km s}^{-1}$ の速度で膨張していることがわかりました。また、X線、赤外線、サブミリ波、電波などの観測データと比較して、この領域の形態を調べました。このシェルは、東側に明確な弧を描いていますが、西側は吹き飛ばされていて、さらに西に向かってプラズマを放出しています。2百万年前の星団がシェルを形成したとはいえ、シェルの膨張寿命を0.27百万年と計算すると、比較的最近になって勢いを増してきたことがわかり、ウルフレイネット星であるWR20aがシェルの再加速に関与している可能性が高いと考えられます。

翻訳機に通しただけです、すみません

## 42. The Southern HII Region Discovery Survey. II. The Full Catalog

Trey V. Wenger, J. R. Dawson, John M. Dickey, C. H. Jordan, N. M. McClure-Griffiths, L. D. Anderson, W. P. Armentrout, Dana S. Balser, T. M. Bania ★ The Southern HII Region Discovery Survey (SHRDS) is a 900 hour Australia Telescope Compact Array 4-10 GHz radio continuum and radio recombination line (RRL) survey of Galactic HII regions and infrared-identified HII region candidates in the southern sky. For this data release, we reprocess all previously published SHRDS data and include an additional 450 hours of observations. The search for new HII regions is now complete over the range  $259 \text{ deg} < \text{Galactic longitude} < 346 \text{ deg}$ ,  $|\text{Galactic latitude}| < 4 \text{ deg}$  for HII region candidates with predicted 6 GHz continuum peak brightnesses  $> 30 \text{ mJy/beam}$ . We detect radio continuum emission toward 730 targets altogether including previously known nebulae and HII region candidates. By averaging 18 RRL transitions, we detect RRL emission toward 206 previously known HII regions and 436 HII region candidates. Including the northern sky surveys, over the last decade the HII Region Discovery Surveys have more than doubled the number of known Galactic HII regions. The census of HII regions in the WISE Catalog of Galactic HII Regions is now complete for nebulae with 9 GHz continuum flux densities  $> 250 \text{ mJy}$ . We compare the RRL properties of the newly discovered SHRDS nebulae with those of all previously known HII regions. The median RRL full-width at half-maximum line width of the entire WISE Catalog HII region population is  $23.9 \text{ km/s}$  and is consistent between Galactic quadrants. The observed Galactic longitude-velocity asymmetry in the population of HII regions probably reflects underlying spiral structure in the Milky Way.

南部HII領域発見調査 (SHRDS) は、オーストラリア望遠鏡コンパクトアレイによる4-10GHz帯の電波連続帯および電波再結合線 (RRL) の観測を900時間かけて行い、南天の銀河系HII領域および赤外線で同定されたHII領域候補を調査したものです。今回のデータ公開では、過去に公開されたすべてのSHRDSデータを再処理し、さらに450時間の観測データを追加しました。これにより、 $259 \text{ deg} < \text{銀河経} < 346 \text{ deg}$ ,  $|\text{Galactic latitude}| < 4 \text{ deg}$  の範囲で、6GHz連続光のピーク輝度が  $30 \text{ mJy/beam}$  以上と予測される HII 領域候補の新しい HII 領域の探索が完了しました。これまでに知られている星雲やHII領域候補を含め、730個のターゲットの電波連続体を検出しました。また、18個のRRLトランジションを平均化することで、既知のHII領域206個とHII領域候補436個に対するRRL放射を検出しました。北天の調査を含め、HII領域発見調査によって、この10年間で既知の銀河系HII領域の数は2倍以上になりました。また、WISEの銀河系HII領域カタログに掲載されているHII領域のセンサスは、9GHz帯の連続光束密度が250mJy以上の星雲については完了しています。今回、新たに発見されたSHRDS星雲のRRL特性を、これまでに知られているすべてのHII領域のRRL特性と比較しました。WISEカタログのHII領域全体のRRL半値全幅の中央値は23.9 km/sで、銀河系の四分円間で一致しています。HII領域の集団に見られる銀河系内での縦横速度の非対称性は、天の川の渦巻き構造を反映していると考えられます。

## 43. The TMRT K Band Observations towards 26 Infrared Dark Clouds: NH<sub>3</sub>, CCS, and HC<sub>3</sub>N

Jinjin Xie, Gary A. Fuller, Di Li, Longfei Chen, Zhiyuan Ren, Jingwen Wu, Yan Duan, Junzhi Wang, Juan Li, Nicolas Peretto, Tie Liu, Zhiqiang Shen ★ We present one of the first Shanghai Tian Ma Radio Telescope (TMRT) K Band observations towards a sample of 26 infrared dark clouds (IRDCs). We observed the (1,1), (2,2), (3,3), and (4,4) transitions of NH<sub>3</sub> together with CCS (2<sub>1</sub>-1<sub>0</sub>) and HC<sub>3</sub>N *J*=2-1, simultaneously. The survey dramatically increases the existing CCS-detected IRDC sample from 8 to 23, enabling a better statistical study of the ratios of carbon-chain molecules (CCM) to N-bearing molecules in IRDCs. With the newly developed hyperfine group ratio (HFGR) method of fitting NH<sub>3</sub> inversion lines, we found the gas temperature to be between 10 and 18 K. The column density ratios of CCS to NH<sub>3</sub> for most of the IRDCs are less than 10<sup>-2</sup>, distinguishing IRDCs from low-mass star-forming regions. We carried out chemical evolution simulations based on a three-phase chemical model NAUTILUS. Our measurements of the column density ratios between CCM and NH<sub>3</sub> are consistent with chemical evolutionary ages of  $\lesssim 10^5$  yr in the models. Comparisons of the data and chemical models suggest that CCS, HC<sub>3</sub>N, and NH<sub>3</sub> are sensitive to the chemical evolutionary stages of the sources.

- ✓ 26個のinfrared dark cloudsをターゲットにしたShanghai Tian Ma Radio Telescope(TMRT)のK bandの最初の観測結果
- ✓ NH<sub>3</sub> (1,1), (2,2), (3,3), (4,4)、 CCS (2<sub>1</sub>-1<sub>0</sub>)、 HC<sub>3</sub>N (J=2-1)を同時に観測
- ✓ CCSが受かったIRDCの数が8から23に増えた
- IRDC中のCarbon-Chain MoleculesとN-bearing moleculesの比を統計的に調べられる
- ✓ 新たに開発したhyperfine group ratio methodでNH<sub>3</sub> inversion linesをフィット
- ガス温度：10-18 K
- ✓ CCSとNH<sub>3</sub>の柱密度比はほとんど  $< 10^{-2}$
- 低質量星形成領域とは異なる
- ✓ 三相化学モデルNAUTILUSを基にした化学進化シミュレーションを実行
- CCSとNH<sub>3</sub>の柱密度比が合うのは  $< 10^5$  yrの段階

# 43. The TMRT K Band Observations towards 26 Infrared Dark Clouds: $\text{NH}_3$ , CCS, and $\text{HC}_3\text{N}$

Jinjin Xie, Gary A. Fuller, Di Li, Longfei Chen, Zhiyuan Ren, Jingwen Wu, Yan Duan, Junzhi Wang, Juan Li, Nicolas Peretto, Tie Liu, Zhiqiang Shen ★ We present one of the first Shanghai Tian Ma Radio Telescope (TMRT)

- ✓ ターゲット：IRDC 26個  
Peretto & Fuller (2009)のカatalog
- ✓ 距離：3–5 kpc
- ✓ 形状：丸っぽいものからフィラメント状のものまで色々
- ✓ サイズ：1-11 pc
- ✓ 質量：258- $2 \times 10^4$  Msun

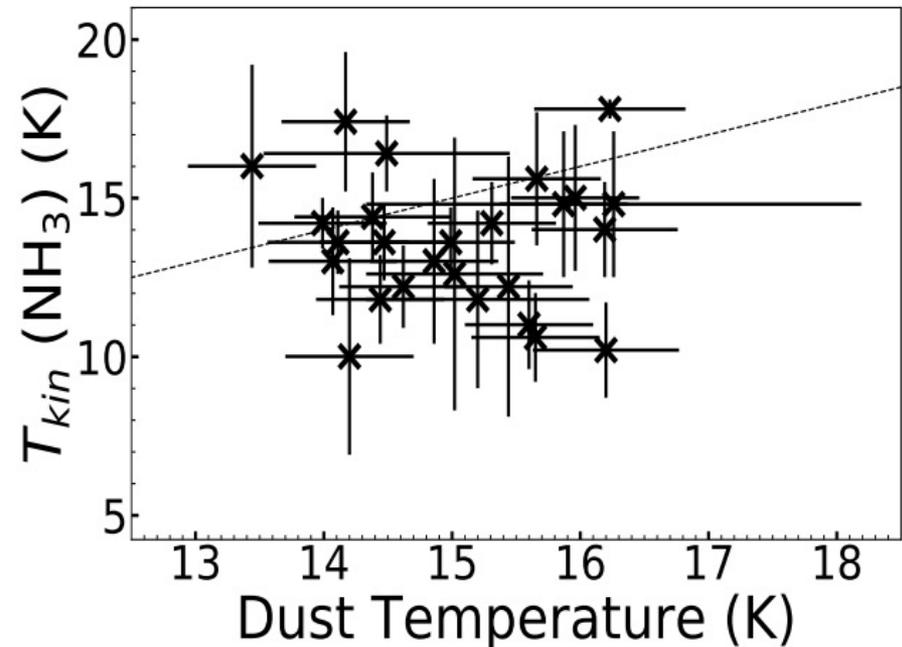
Source Name	R.A.(J2000) (hh:mm:ss)	Decl.(J2000) (° ' ")	Distance <sup>(a)</sup> (kpc)	$\langle N_{\text{H}_2} \rangle$ <sup>(a)</sup> ( $10^{22} \text{ cm}^{-2}$ )
SDC18.624-0.070	18:25:10.0	-12:43:45	3.5	5.7
SDC18.787-0.286	18:26:19.0	-12:41:16	4.3	6.4
SDC18.888-0.476	18:27:09.7	-12:41:32	4.3	9.0
SDC21.321-0.139	18:30:32.1	-10:22:50	4.2	4.6
SDC22.724-0.269	18:33:38.3	-09:11:55	4.4	6.0
SDC23.066+0.049	18:33:08.3	-08:44:53	5.1	5.4
SDC23.367-0.288	18:34:53.8	-08:38:00	4.6	11.3
SDC24.118-0.175	18:35:52.6	-07:55:06	4.7	5.4
SDC24.433-0.231	18:36:41.0	-07:39:20	3.8	7.0
SDC24.489-0.689	18:38:25.7	-07:49:36	3.3	3.9
SDC24.618-0.323	18:37:22.4	-07:32:18	3.0	4.5
SDC24.630+0.151	18:35:38.2	-07:18:35	3.5	6.0
SDC25.166-0.306	18:38:13.0	-07:03:00	3.9	5.9
SDC25.243-0.447	18:38:57.1	-07:02:20	3.8	4.4
SDC26.507+0.716	18:37:07.9	-05:23:58	3.2	3.7
SDC28.275-0.163	18:43:30.3	-04:12:45	4.6	6.3
SDC28.333+0.063	18:42:54.1	-04:02:30	4.6	10.6
SDC31.039+0.241	18:47:03.3	-01:33:50	4.5	7.0
SDC34.370+0.203	18:53:18.9	+01:24:54	3.6	8.1
SDC35.429+0.138	18:55:30.4	+02:17:10	4.7	6.8
SDC35.527-0.269	18:57:08.6	+02:09:08	2.9	5.1
SDC35.745+0.147	18:56:02.6	+02:34:14	5.1	4.7
SDC38.850-0.427	19:03:46.8	+05:04:03	2.8	4.9
SDC40.283-0.216	19:05:41.2	+06:26:09	4.9	5.1
SDC47.061+0.257	19:16:41.8	+12:39:39	4.6	4.5
SDC52.723+0.045	19:28:34.4	+17:34:17	4.5	3.0

## 43. The TMRT K Band Observations towards 26 Infrared Dark Clouds: $\text{NH}_3$ , CCS, and $\text{HC}_3\text{N}$

Jinjin Xie, Gary A. Fuller, Di Li, Longfei Chen, Zhiyuan Ren, Jingwen Wu, Yan Duan, Junzhi Wang, Juan Li, Nicolas Peretto, Tie Liu, Zhiqiang Shen ★ We present one of the first Shanghai Tian Ma Radio Telescope (TMRT)

各輝線の検出率

- ✓  $\text{NH}_3$  (1,1), (2,2) : 全ての天体 (26天体)
- ✓  $\text{NH}_3$  (3,3) : 17天体
- ✓  $\text{NH}_3$  (4,4) : 4天体
- ✓ CCS : 15天体
- ✓  $\text{HC}_3\text{N}$  : 19天体



$T_{\text{kin}}$ の見積もり

- ✓ 新たに開発したhyperfine group ratio (HFGR) methodを用いて $T_{\text{kin}}$ を求めた
- ← line intensity ratiosにのみ依存し、hyperfine fittingを回避できる
- ← 線幅やopacityもimpervious (関係しない?)のでよりロバストな結果が出る
- ✓ 得られた温度:  $T_{\text{kin}} = 10\text{-}18\text{ K}$
- ✓ 右上の図: Herschelで得られたダスト温度との比較  
よく似ているがダストの方が0.1K高い

## 43. The TMRT K Band Observations towards 26 Infrared Dark Clouds: $\text{NH}_3$ , $\text{CCS}$ , and $\text{HC}_3\text{N}$

Jinjin Xie, Gary A. Fuller, Di Li, Longfei Chen, Zhiyuan Ren, Jingwen Wu, Yan Duan, Junzhi Wang, Juan Li, Nicolas Peretto, Tie Liu, Zhiqiang Shen ★ We present one of the first Shanghai Tian Ma Radio Telescope (TMRT)

### 化学進化計算

- ✓ 三相モデリングコード NAUTILUSを使用
  - 気相反応、気相中の化学種と粒子表面の相互作用、粒子表面での化学反応
- ✓ 金属量が低い場合と高い場合を計算
- ✓ 初期の組成はTable 5 (左下)
- ✓ 一様な温度・密度
- ✓ パラメータはTable 6 (右下)

**Table 5** Initial Elemental Abundances with Respect to  $n\text{H}^{(a)}$

Element	Low-metal Abundance <sup>(b)</sup>	High-metal Abundance <sup>(c)</sup>
He	9.00(-2)	9.00 (-2)
N	7.60 (-5)	7.60 (-5)
O	2.56 (-4)	2.56 (-4)
$\text{C}^+$	1.2 (-4)	1.20 (-4)
$\text{S}^+$	8.00 (-8)	1.50 (-5)
$\text{Si}^+$	8.00 (-9)	1.70 (-6)
$\text{Fe}^+$	3.00 (-9)	2.00 (-7)
$\text{Na}^+$	2.00 (-9)	2.00 (-7)
$\text{Mg}^+$	7.00 (-9)	2.40 (-6)
$\text{Cl}^+$	1.00 (-9)	1.8 (-7)
$\text{P}^+$	2.00 (-10)	1.17 (-7)

**Table 6** Parameters of the Chemical Models

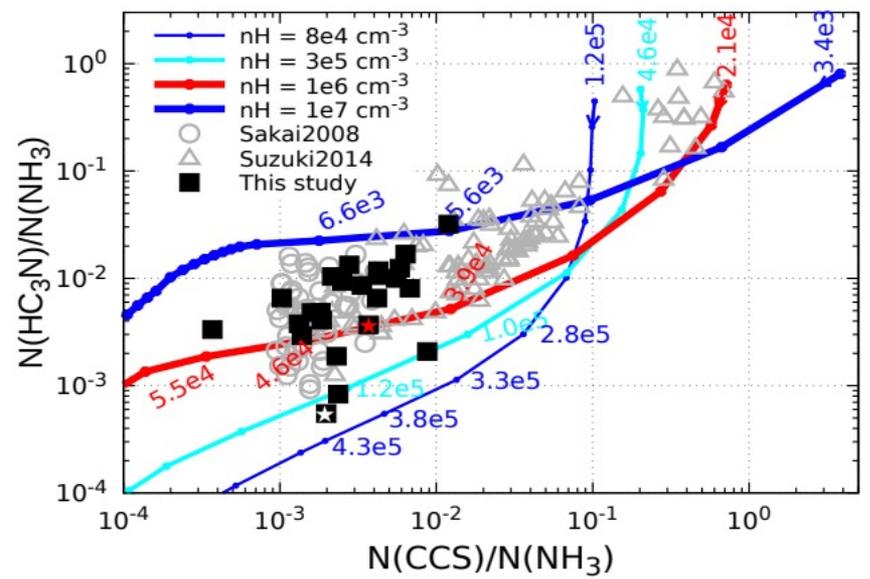
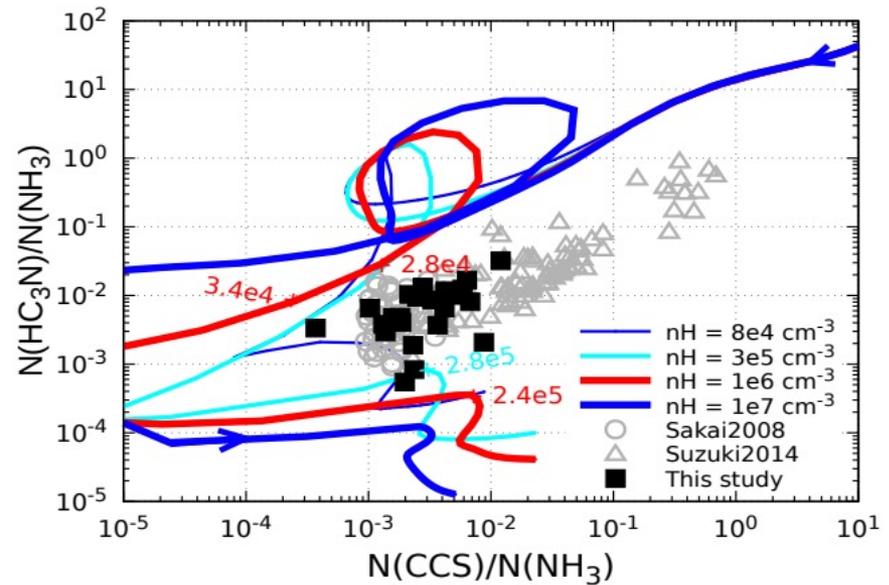
Parameter	Value
$n\text{H}^{(a)}$	$8 \times 10^4 \text{ (cm}^{-3}\text{) to } 1 \times 10^7 \text{ (cm}^{-3}\text{)}$
Gas/dust temperature	15 K
Cosmic-ray ionization rate	$1.3 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$
Grain radius	$0.1 \mu\text{m}$
Grain density	$3.0 \text{ g cm}^{-3}$
Diffusion/desorption energy ratio	0.4
Gas-to-dust mass ratio	100
Extinction	16
Surface site density	$1.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$

# 43. The TMRT K Band Observations towards 26 Infrared Dark Clouds: NH<sub>3</sub>, CCS, and HC<sub>3</sub>N

Jinjin Xie, Gary A. Fuller, Di Li, Longfei Chen, Zhiyuan Ren, Jingwen Wu, Yan Duan, Junzhi Wang, Juan Li, Nicolas Peretto, Tie Liu, Zhiqiang Shen ★ We present one of the first Shanghai Tian Ma Radio Telescope (TMRT)

化学進化計算の結果

- ✓ NH<sub>3</sub>に対するHC<sub>3</sub>N(縦軸)とCCS(横軸)の柱密度比の進化
- ✓ 上段：低金属量
- ✓ 下段：高金属量
- ✓ 観測を完全に再現するモデルはない
- ✓ 高金属量：柱密度比の進化が時間に対して一意に決まる
- ✓ ガス密度 8e4 – 1e7 cm<sup>-3</sup>の範囲で制限
- 進化のタイムスケールで言うと、4.3e5 – 6.6e3 yr に相当
- ✓ 天体のバラつきは進化時間の違い？



#### 44. Planck Cold Clumps in the lambda Orionis Complex. III. A chemical probe of stellar feedback on cores in the lambda Orionis cloud

Hee-Weon Yi, Jeong-Eun Lee, Kee-Tae Kim, Tie Liu, Beomdu Lim, Ken'ichi Tatematsu ★ Massive stars have a strong impact on their local environments. However, how stellar feedback regulates star formation is still under debate. In this context, we studied the chemical properties of 80 dense cores in the Orion molecular cloud complex composed of the Orion A (39 cores), B (26 cores), and lambda Orionis (15 cores) clouds using multiple molecular line data taken with the Korean Very Long Baseline Interferometry Network (KVN) 21-m telescopes. The lambda Orionis cloud has an H ii bubble surrounding the O-type star lambda Ori, and hence it is exposed to the ultraviolet (UV) radiation field of the massive star. The abundances of C<sub>2</sub>H and HCN, which are sensitive to UV radiation, appear to be higher in the cores in the lambda Orionis cloud than those in the Orion A and B clouds, while the HDCO to H<sub>2</sub>CO abundance ratios show an opposite trend, indicating a warmer condition in the lambda Orionis cloud. The detection rates of dense gas tracers such as the N<sub>2</sub>H<sup>+</sup>, HCO<sup>+</sup>, and H<sub>13</sub>CO<sup>+</sup> lines are also lower in the lambda Orionis cloud. These chemical properties imply that the cores in the lambda Orionis cloud are heated by UV photons from lambda Ori. Furthermore, the cores in the lambda Orionis cloud do not show any statistically significant excess in the infall signature of HCO<sup>+</sup> (1 - 0), unlike the Orion A and B clouds. Our results support the idea that feedback from massive stars impacts star formation in a negative way by heating and evaporating dense materials, as in the lambda Orionis cloud.

大質量の星は、その地域の環境に強い影響を与えている。しかし、恒星のフィードバックがどのように星形成を制御しているのかは、まだ議論の余地があります。そこで、韓国の超長基線干渉計ネットワーク（KVN）21m望遠鏡で撮影した多重分子線データを用いて、オリオンA雲（39個）、B雲（26個）、ラムダオリオンイヌ雲（15個）からなるオリオン分子雲複合体の80個の密なコアの化学的性質を調べました。lambda Orionis雲は、O型星であるlambda Oriを取り囲むようにH iiバブルが存在し、大質量星からの紫外線にさらされていることがわかります。紫外線に敏感なC<sub>2</sub>HとHCNの組成は、オリオン座A・B雲よりもラムダオリオンイヌ雲の方が高く、HDCOとH<sub>2</sub>COの組成比は逆の傾向を示しており、ラムダオリオンイヌ雲の方が暖かいことを示している。また、N<sub>2</sub>H<sup>+</sup>線、HCO<sup>+</sup>線、H<sub>13</sub>CO<sup>+</sup>線などの密度の高いガストレーサーの検出率も、ラムダオリオンイヌ雲では低くなっています。これらの化学的性質は、ラムダオリオンイヌ雲のコアがラムダオリからの紫外線によって加熱されていることを示唆しています。さらに、ラムダオリオンイヌ雲のコアは、オリオン座AおよびBの雲とは異なり、HCO<sup>+</sup> (1 0)のインフォール信号に統計的に有意な超過が見られない。この結果は、ラムダオリオン座の雲のように、大質量星からのフィードバックが、高密度の物質を加熱・蒸発させることで、星形成に負の影響を与えているという考えを支持するものです。